

I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai: (1.1.) Latar Belakang, (1.2.) Identifikasi Masalah, (1.3.) Maksud dan Tujuan Penelitian, (1.4.) Manfaat Penelitian, (1.5.) Kerangka Pemikiran, (1.6.) Hipotesis Penelitian, (1.7.) Tempat dan Waktu Penelitian.

1.1 Latar Belakang

Jagung merupakan salah satu sumber daya alam yang melimpah di Indonesia. Jagung di beberapa daerah tertentu merupakan bahan makanan pokok, hal ini dikarenakan kandungan karbohidrat jagung yang tinggi, harganya murah dan mudah dijangkau masyarakat.(Rizal,2003). Produktivitas jagung di Indonesia pada tahun 2015 mencapai 19.621.435 ton. Berdasarkan warnanya, jagung kering dibedakan menjadi jagung kuning (90 % bijinya berwarna kuning), jagung putih (90% bijinya berwarna putih), dan jagung campuran yang tidak memenuhi syarat-syarat tersebut. Jika dibandingkan dengan jagung kuning, penggunaan jagung putih di Indonesia belum berkembang. Keunggulan lain jagung putih adalah jagung putih mempunyai karakter endosperm dan pati yang bersifat spesifik (Vegrains,2005). Selain itu jagung putih mempunyai kandungan amilopektin yang tinggi, sehingga pada prinsipnya semakin tinggi kandungan amilopektin, tekstur dan rasa jagung semakin lunak, pulen dan enak (Suarni, 2009).Jagung putih memiliki kandungan pati sebesar 61,105% dan kadar air sebesar 11,110% (Norbertha, 2017). Jagung dapat dikembangkan atau di diversifikasi menjadi produk pangan yaitu berupa *vinegar*.

Vinegar berasal dari kata *vinaigre* (bahasa Prancis) yang artinya anggur yang telah asam, merupakan suatu produk yang dihasilkan dari fermentasi bahan yang mengandung gula atau pati menjadi alkohol, yang kemudian difermentasi lebih lanjut menjadi *vinegar* yang mempunyai kandungan asam asetat minimal 4 gram/100 ml (Kwartiningsih dan Ln. Nuning, 2005).

Vinegar dapat digunakan sebagai bahan penyedap (untuk memperbaiki *flavour*) pada berbagai masakan atau sebagai minuman setelah dilakukan proses aging atau penuaan, yang memberikan keistimewaan tersendiri karena *flavour* (perpaduan antara rasa dan aroma) yang baik (Yusuf, 2014).

Vinegar (cuka) dibuat melalui 2 tahapan fermentasi. Pertama, fermentasi alkohol yaitu glukosa diubah menjadi alkohol oleh *Saccharomyces cerevisiae* secara anaerob. Kedua, yaitu fermentasi asam asetat oleh *Acetobacter aceti* yang mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat secara aerob. Kedua fermentasi tersebut biasanya dilakukan secara terpisah (Desrosier, 2008).

Kualitas *vinegar* ini dapat dipengaruhi oleh beberapa perlakuan pada saat pengolahan. Dalam proses pengolahan *vinegar* ini terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan, antara lain yaitu pemilihan mikroba, karena bakteri yang memenuhi syarat itu yaitu yang produktivitasnya tinggi dan mempunyai rasa yang enak. Kualitas bahan dasar, dimana semua bahan yang dapat difermentasi menjadi alkohol bisa dari jus, dari buah-buahan, bahan-bahan yang mengandung gula, bir, dan *wine*. Fermentasi oleh *yeast*, dimana *yeast* yang dipakai harus diseleksi. Keasaman, dimana kadar alkohol terbaik dan dapat segera difermentasikan. Media pendukung, digunakan untuk memperluas permukaan yang berhubungan dengan

udara serta tempat melekatnya koloni bakteri asam cuka sehingga proses fermentasinya menjadi lebih cepat, dan yang terakhir adalah suhu dan lama fermentasi menjadi acuan terhadap kualitas dari *vinegar* itu sendiri.

Menurut Louis Pasteur (1850), ragi segar adalah berwarna gading kekuning-kuningan, lunak, dan basah, harus mudah hancur, berbau segar dan tidak ada warna gelap atau bagian yang kering. Ragi kering adalah ragi segar yang dikompres dan kering hingga kadar air hanya sekitar 8%. Butiran-butiran itu menjadi aktif kembali bila dicampur dengan air yang hangat.

Acetobacter adalah bakteri yang digunakan untuk membuat cuka. Dalam pembuatan cuka, gel seperti membran selalu ditemukan pada permukaan larutan. Material ini berkembang menjadi selulosa. Selulosa ini difermentasi oleh bakteri yang dinamakan selulosa bakteri (Philip G.O dan William P.A., 2000).

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang diatas, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana korelasi konsentrasi inokulum *Acetobacter aceti* terhadap karakteristik *vinegar* jagung putih yang dihasilkan.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menetapkan konsentrasi inokulum *Acetobacter aceti* berkorelasi terhadap karakteristik *vinegar* jagung putih.

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui adanya korelasi konsentrasi inokulum *Acetobacter aceti* terhadap karakteristik *vinegar* jagung putih.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memanfaatkan bahan baku lokal jagung putih yang belum terangkat menjadi bahan baku yang memiliki nilai tambah.
2. Memperkenalkan kepada masyarakat mengenai bahan pangan jagung putih yang dikembangkan menjadi *vinegar* jagung putih.
3. Diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomis, atau mengembangkan pengolahan jagung putih menjadi produk *vinegar* yang baru dalam rangka diversifikasi pangan, serta dapat memperpanjang umur simpan.

1.5 Kerangka Pemikiran

Jagung sebagai bahan pangan pokok kedua setelah beras, selain sebagai sumber karbohidrat juga merupakan sumber protein yang penting dalam menu masyarakat Indonesia. Kekayaan komposisi kimia jagung, potensi zat aktif sebagai bahan baku nutrisi, pangan fungsional merupakan nilai unggul dibandingkan sereal lainya (Suarni,2009).

Biji jagung kaya akan karbohidrat. Kandungan karbohidrat dapat mencapai 80% dari seluruh bahan kering biji. Pada jagung ketan, sebagian besar atau seluruh patinya merupakan amilopektin. Perbedaan ini tidak banyak berpengaruh pada kandungan gizi, tetapi lebih berarti dalam pengolahan sebagai bahan pangan. Jagung manis diketahui mengandung amilopektin rendah tetapi mengalami peningkatan fitoglikogen dan sukrosa (Budiman,2013).

Kandungan gizi jagung per 100 gram bahan adalah kalori 355 kalori, protein 9,2 gram, lemak 3,9 gram, karbohidrat 73,7 gram, kalsium 10 mg, fosfor 256 mg,

ferrum 2,4 mg, vitamin A 510 SI, Vitamin B1 0,38 mg, air 12 gram. Di Indonesia dikenal dua varietas jagung yang telah ditanam secara umum, yaitu jagung berwarna kuning dan putih (Budiman, 2013).

Vinegar atau lebih dikenal dengan istilah asam asetat banyak digunakan dalam bidang industri makanan. *Vinegar* adalah suatu produk yang dihasilkan dari perubahan alkohol menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat. *Vinegar* dapat dihasilkan dari sari buah apel, anggur, ceri, pisang, dan pir (Yusuf, 2004).

Proses Pembuatan *vinegar* melibatkan 2 tahap, yaitu pertama glukosa diubah menjadi alkohol secara anaerob oleh *Sacharomyces cerevisiae* (alkoholisasi). Setelah itu alkohol akan diubah menjadi asam asetat oleh *Acetobacter aceti* secara aerob (Tjahjadi dan Marta, 2008). Kedua proses tersebut biasanya dilakukan secara terpisah (*stepwise inoculation process*), sehingga memerlukan waktu yang cukup lama. Oleh karena itu penggabungan proses alkoholisasi dan asetifikasi (*stimultaneous inoculation process*) merupakan salah satu solusi untuk menanggulangi masalah tersebut. Penggunaan kultur campuran *Saccharomyces cerevisiae* dan *Acetobacter aceti* yang dilakukan secara simultan diharapkan dapat menghasilkan *vinegar* dengan aroma yang baik, prosedur operasional yang lebih mudah dan lebih disukai oleh konsumen.

Larutan asam cuka yang dibuat secara fermentasi ini mempunyai keunggulan dibandingkan dengan produk asam cuka yang beredar dipasaran, karena mempunyai *flavour* yang lebih baik. Lama fermentasi sangat berpengaruh untuk menghasilkan kadar asam yang baik. Apabila proses fermentasi diteruskan, terlihat kecendrungan konsentrasi asam asetat menurun (Tyasning, 2006).

Hasil penelitian Kurniawan et.al (2014), pada proses pembuatan bioetanol ketela pohon mukibat menunjukkan bahwa interaksi ragi tape dan ragi roti berpengaruh terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan dengan kadar bioetanol tertinggi yaitu interaksi ragi tape 0,9% dan ragi roti 0,9% dengan rata-rata mencapai 49,8% serta interaksi ragi tape 0,6% dan 0,3% merupakan interaksi terendah yang efektif menghasilkan kadar bioetanol yang dapat terbakar 36,0%.

Hasil penelitian Hawusiwa, et.al (2015), pada proses pembuatan minuman wine singkong perlakuan terbaik diperoleh dari perhitungan nilai *yield* tertinggi yaitu 83,11%, dimana nilai tersebut didapat pada perlakuan pasta 15% dan lama fermentasi 3 minggu yang menghasilkan kadar alkohol 11,47% dan total khamir 31000 koloni/ml.

Hasil penelitian Amin dan Empayus (2014), pada proses pembuatan tepung umbi talas menjadi bioetanol, hasil optimum didapat adalah pada fermentasi 5 hari dan 7 hari dengan penambahan ragi 4 g/L dan 5 g/L yang menghasilkan volume etanol 28,2 L dan 29,5L dengan kadar etanol 51,01% - 54,80%.

Hasil penelitian Widiastuti (2013), pada proses pembuatan alkohol dari anggur didapat kadar alkohol yaitu 12,2711% diperoleh pH 4 dengan waktu fermentasi selama 84 jam dan penambahan ragi sebanyak 1,5 gram. Hal tersebut terjadi karena pada kondisi tersebut fermentasi dapat berjalan dengan baik, sehingga glukosa dapat terurai menjadi alkohol pada pH 4.

Hasil penelitian Firdausni (2013), pada pembuatan cuka rosella didapatkan hasil optimal pada perlakuan penggunaan gula 20% dan penambahan ragi 6 g dengan hasil analisis pH 2,67, asam asetat 14,80%, dengan fermentasi selama tiga

minggu. Semakin banyak ragi yang ditambahkan, maka semakin banyak pula mikroorganisme yang mampu memecah glukosa menjadi alkohol. Sehingga kadar alkohol yang dihasilkannya menjadi lebih tinggi (Kresno, 2002).

Hasil penelitian Rahmawati, et.al (2015), pada pembuatan cuka kulit pisang dengan penambahan konsentrasi *Acetobacter aceti* yang berbeda (R₁:5%, R₂:10%, dan R₃:15%) dengan kadar asam asetat tertinggi pada R₂ yaitu 2,58%. Kadar gula total tertinggi pada R₁ yaitu 1,575% kadar total padatan terlarut pada R₃ yaitu 5,985 mg/L.

Hasil penelitian Hesty Leasa (2015), pada proses pembuatan asam cuka aren didapat kadar asam rendah terdapat pada lama fermentasi 2 hari dengan kadar asamnya yaitu 2,33 % dan yang paling tinggi adalah lama fermentasi 6 hari dengan kadar asamnya yaitu 4,56 %. Syarief, (2009) mengemukakan bahwa pada fase ini mikroba banyak tumbuh dan membelah diri sehingga jumlahnya meningkat dengan cepat. Semakin lama waktu fermentasi maka *Acetobacter aceti* akan lebih aktif untuk mengubah alkohol menjadi asam asetat sehingga keasaman nira aren akan semakin tinggi, dalam pembuatan cuka melibatkan proses fermentasi alkohol dan fermentasi asam asetat secara berkesinambungan. Fermentasi asam cuka atau asam asetat pada dasarnya merupakan fermentasi lanjut produk fermentasi alkohol. Sebelum pembuatan cuka bahan baku yang digunakan yaitu nira aren tampak sedikit lebih kental namun setelah mengalami proses fermentasi menjadi cuka, bentuknya menjadi encer dan baunya sangat asam.

Hasil penelitian Nurismanto,et.al (2014), pada proses pembuatan asam cuka pisang kepok (*Musaparadisiaca L.*) dengan kajian lama fermentasi dan konsentrasi

inokulum *Acetobacter aceti* diperoleh cuka (buah pisang, kulit pisang kepok, dan daun melinjo) dengan perlakuan perbedaan inokulum cuka 5%, 10%, 15% dan lama fermentasi 5, 10, 15 hari tidak terjadi interaksi yang nyata terhadap pH dan total padatan terlarut tetapi terjadi reaksi yang nyata terhadap kadar asam asetat, total gula dan kadar alkohol. Cuka (buah pisang, kulit pisang kepok, dan daun melinjo) dengan perlakuan konsentrasi inokulum 15% dan lama fermentasi 10 hari merupakan perlakuan terbaik dengan nilai kadar asam asetat 4,325%, kadar alkohol 0,380%, total gula 0,255%, dan total padatan terlarut 4,650°Brix.

Hasil penelitian Rahayu (2015), pemanfaatan salak (*Salacca zalacca*) sebagai bahan alternatif pembuatan cuka buah dengan penambahan *Acetobacter aceti* yang berbeda didapatkan hasil konsentrasi *Acetobacter aceti* yang berbeda (5%, 10%, dan 15%) berpengaruh terhadap kadar asam asetat, total gula, dan total padatan terlarut. Kombinasi terbaik terdapat pada perlakuan VI yaitu diperoleh hasil kadar asam asetat 3,83%, total gula 0,29%, dan total padatan terlarut 8,055%.

1.6 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran diatas, diduga bahwa:

1. Konsentrasi inokulum *Acetobacter aceti* yang digunakan berkorelasi terhadap karakteristik *vinegar* jagung putih yang dihasilkan.

1.7 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian mengenai *vinegar* jagung putih ini akan dilakukan di Laboratorium Teknologi Pangan Universitas Pasundan Jalan Dr. Setiabudhi No. 193, Bandung. Penelitian akan dilakukan pada bulan November 2017 - Januari 2018

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jagung

Tanaman jagung merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan. Berasal dari Amerika yang tersebar ke Asia dan Afrika melalui kegiatan bisnis orang-orang Eropa ke Amerika. Di Indonesia daerah-daerah penghasil jagung adalah Jawa Tengah, Jawa Barat, Jawa Timur, Madura, D. I. Yogyakarta, Nusa Tenggara Timur, dan Madura budidaya tanaman jagung dilakukan secara intensif karena kondisi tanah dan iklimnya sangat mendukung untuk pertumbuhannya (Tani Mandiri, 2010).

Dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan, kedudukan tanaman jagung diklasifikasi sebagai berikut

Kingdom : *Plantae* (tumbuh-tumbuhan)

Divisio : *Spermatophyta* (tumbuhan berbiji)

Sub Divisio : *Angiospermae* (berbiji tertutup)

Class : *Monocotyledone* (berkeping satu)

Ordo : *Graminae* (rumput-rumputan)

Familia : *Graminaceae*

Genus : *Zea*

Species : *Zea mays indurata*



Gambar 1

(Sumber: Koleksi foto pribadi Norbertha, 2017)

Tanaman jagung mempunyai batang berbentuk bulat, beruas-ruas dan tingginya antar 180-210 cm. Batang tanaman jagung diselimuti oleh pelepah-pelepah daun berwarna hijau ke hijau tua. Daun jagung berupa helai tunggal dengan ujung semakin meruncing, lurus, tipis, berwarna hijau, dan bertulang daun sejajar. Bunga jantan merupakan malai yang tumbuh dari ujung batang dan berwarna putih kekuningan. Sedangkan bunga betina berbentuk tongkol yang keluar melalui ketiak daun. Masa berbunga selepas tanam adalah 50 hari. Tongkol jagung mempunyai panjang 16-19 cm. Tongkol tersebut umumnya tersusun 14-16 baris biji jagung. Biji jagung secara botanis adalah sebuah biji Caryopsis, yaitu biji kering yang mengandung sebuah benih tunggal yang menyatu dengan jaringan-jaringan dalam buahnya.

Biji jagung terdiri atas empat bagian utama, yaitu kulit luar (perikarp) (5%), lembaga (12%), endosperma (82%) dan tudung biji (tin cap) (1%). Kulit luar merupakan bagian yang mengandung serat kasar atau karbohidrat yang tidak larut (non pati), lilin dan beberapa mineral.

Jagung merupakan tanaman semusim (annual). Satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80-150 hari. Tinggi tanaman jagung sangat bervariasi, meskipun tanaman jagung umumnya berketinggian antar 1-3m, ada varietas yang dapat, mencapai tinggi 8 m (Budiman, 2013).

Biji jagung kaya akan karbohidrat. Kandungan karbohidrat dapat mencapai 80% dari seluruh bahan kering biji. Pada jagung ketan, sebagian besar atau seluruh patinya merupakan amilopektin. Perbedaan ini tidak banyak berpengaruh pada kandungan gizi, tetapi lebih berarti dalam pengolahan sebagai bahan pangan. Jagung manis diketahui mengandung amilopektin rendah tetapi mengalami peningkatan fitoglikogen dan sukrosa.

Kandungan gizi jagung per 100 gram bahan adalah kalori 355 kalori, protein 9,2 gram, lemak 3,9 gram, karbohidrat 73,7 gram, kalsium 10 mg, fosfor 256 mg, ferrum 2,4 mg, vitamin A 510 SI, Vitamin B1 0,38 mg, air 12 gram. Di Indonesia dikenal dua varietas jagung yang telah ditanam secara umum, yaitu jagung berwarna kuning dan putih. Kandungan zat-zat dalam jagung putih disajikan pada tabel.

Tabel 1. Kandungan Komponen dalam 100 g Jagung Putih Panen Baru

Komponen	Kadar	Komponen	Kadar
Air (g)	24	P (mg)	148
Kalori (kal)	307	Fe (mg)	2,1
Protein (g)	7,9	Vitamin A (SI)	0
Lemak (g)	3,4	Vitamin B1 (mg)	0,33
Karbohidrat (g)	63,6	Vitamin C (mg)	0
Ca (mg)	9		

(Sumber : Budiman, 2013 Sukses Bertanam Jagung).

Produksi jagung dunia menempati urutan ketiga setelah padi dan gandum. Distribusi tanaman jagung terus meluas di berbagai negara di dunia karena tanaman

ini mempunyai daya adaptasi yang luas didaerah subtropik ataupun tropik (Rukmana, 1997). Produk olahan jagung memiliki potensi permintaan yang cukup tinggi karena selain dapat dikonsumsi secara langsung oleh rumah tangga, dapat dijadikan juga sebagai bahan baku langsung oleh industri dan sebagai bahan dasar industri lanjutan. Pengembangan jagung dapat dilakukan dengan cara meningkatkan areal tanam, dan peningkatan produktivitas.

Tabel 2. Data perkembangan luas panen produksi, dan produktivitas jagung di kabupaten Belu, Nusa Tenggara Timur tahun 2016

No	Kecamatan	Ls.Tanah (Ha)	Ls.Panen (Ha)	Ls.Puso (Ha)	Produktivitas (Kw/Ha)	Produksi (Ton)
1	Raimanuk	3.244	3244	-	25	8.110
2.	Tasifeto Barat	1185	1115	-	25	2787,5
3.	Kakuluk Mesak	859	856	-	20	1.712
4.	Nanaet Dubesi	419	413	-	29	1.198
5.	Kota Atambua	236	213	-	19	405
6.	Atambua Barat	27	27	-	18	48,6
7.	Atambua Selatan	57	52	-	21	109,2
8.	Tasifeto Timur	1573	1.563	-	26	4064
9.	Raihat	1.942	1913	-	29	5.548
10.	Lasiolat	1949	1949	-	30	5.847
11.	Lamaknen	1724	1724	-	28	4827,2
12.	Lamaknen Selatan	1.784	1784	-	28	4995,2
	Total	14.999	14.853	-	27	39651,7

(Sumber : Dinas Pertanian, Kab. Belu (Atambua) Nusa Tenggara Timur, 2016)

Tanaman jagung memiliki banyak jenis (varietas) menurut umur dan bentuk biji. Menurut umur tanaman jagung dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

1. Berumur pendek (genjah) 75-90 hari, contoh Genjah Warangan, Genjah Kertas, Abimanyu dan Arjuna.
2. Berumur sedang (tengahan) 90-120 hari, contoh Hibrida C 1, dan CPI 2, Hibrida IPB 4, Hibrida Pioneer 2, Malin, Metro, dan Pandu.
3. Berumur panjang lebih dari 120 hari, contoh Kania Putih, Kuning, Bima, dan Harapan.

Menurut bentuk biji, tanaman jagung dibagi menjadi tujuh golongan, yaitu *flint corn* (jagung mutiara), *dent corn* (jagung gigi kuda), *sweet corn* (jagung manis), *pop corn*, *flour corn*, *waxi corn*, dan *pod corn*. Namun dari ketujuh jagung tersebut, jagung mutiara, semi gigi kuda serta jagung manis banyak di budidayakan di Indonesia.

1. Jagung mutiara (*Zea mays indurata*) merupakan biji jagung tipe mutiara berbentuk bulat, licin, mengkilap, dan keras karena bagian pati yang keras terdapat di bagian atas dari biji. Pada waktu masak bagian atas dari biji mengerut bersama-sama, sehingga menyebabkan permukaan biji bagian atas licin dan bulat.
2. Jagung gigi kuda (*Zea mays indentata*) merupakan bagian pati keras pada tipe biji dent berada di bagian sisi biji, sedangkan pati lunaknya di tengah sampai ke ujung biji. Pada waktu biji mengering, pati lunak kehilangan air lebih cepat dan lebih mengerut dari pada pati keras, sehingga menjadi lekukan (*dent*) pada bagian atas biji. Tipe biji *dent* ini bentuknya besar, pipih, dan berlekuk.

3. Jagung manis (*Zea mays saccharata*) merupakan bentuk biji jagung manis pada waktu masak keriput dan transparan. Biji jagung manis yang belum masak mengandung kadar gula lebih tinggi dari pada pati.
4. Jagung berondong (*Zea mays everta*) merupakan tipe jagung pop, proporsi pati lunak dibandingkan dengan pati keras jauh lebih kecil dari pada jagung tipe *flint*. Biji jagung akan meletus kalau dipanaskan karena mengembangnya uap air dalam biji.
5. Jagung tepung (*Zea mays amylacea*) merupakan zat pati yang terdapat dalam endosperma jagung tepung semuanya pati lunak, kecuali di bagian sisi biji yang tipis adalah pati keras.
6. Jagung Ketan (*Zea mays ceratina*) endosperma pada tipe jagung waxi seluruhnya terdiri dari amilopektin, sedangkan jagung biasa mengandung $\pm 70\%$ amilopektin dan 30% amilosa. Jagung waxi digunakan sebagai bahan perekat, selain sebagai bahan makanan.
7. Jagung pod (*Zea mays tunicata*) setiap biji jagung pod terbungkus dalam kelobot, dan seluruh tongkolnya juga terbungkus dalam kelobot. Endosperma bijinya mungkin *flint*, *dent*, *pop*, *sweet*, atau waxi (Budiman,2013).

Menurut warna biji jagung sangat bervariasi, tergantung pada jenis atau varietasnya. Pada dasarnya biji dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu:

1. Biji Kuning

Varietas jagung bijinya berwarna kuning ditandai dengan semua biji dalam tongkol berwarna kuning dan merata. Contoh varietas jagung biji kuning adalah harapan, arjuna, sadewa, parikesit, wiyasa, abimanyu.

2. Biji Putih

Varietas jagung yang bijinya berwarna putih ditandai dengan semua biji dalam tongkol berwarna putih. Contoh varietas jagung ini berbiji putih adalah pandu, kania putih, putih nusa, bogor komposit, bromo.

3. Biji Sempurna

Varietas jagung yang bijinya berwarna sempurna ditandai dengan sebagian biji berwarna putih dan sebagian lagi berwarna kuning atau kadang-kadang berwarna kemerah-merahan. Contoh varietas jagung berbiji sempurna adalah sebagian varietas lokal IMR 5 (Rukmana, 1997).

2.2 *Vinegar*

Vinegar atau cuka makan adalah senyawa kimia asam organik yang dikenal sebagai pemberi rasa asam dan aroma dalam makanan. *Vinegar* adalah cairan yang mengandung asam asetat dan air (Johnston and Gaas, 2006). Larutan asam asetat dalam air merupakan asam lemah, hanya terdisosiasi sebagian menjadi ion H^+ dan CH_3COO^- . Berat spesifik asam asetat asam asetat pada $20^{\circ}C$ adalah 1,094, titik didih pada tekanan atmosfer adalah $118,1^{\circ}C$ (Anton,2003; Adam dan Moss, 2005). *Vinegar* dalam rumah tangga merupakan pelengkap makanan yang sangat umum, bahkan sering dihidangkan disamping garam pada meja makan (Saputri et.al.,2010).

Proses produksi *vinegar* sangat mudah dan dapat diproduksi dari hampir semua jenis pangan cair bergula (tebu, bit gula, cairan buah) dan pati (jagung, ubi kayu, dan kentang) (Mike,2002).

Dalam industri pengolahan makanan, *vinegar* digunakan sebagai bahan penimbul *flavour* dan bahan pengawet. Beberapa jenis makanan yang ditambah *vinegar* dalam konsentrasi tertentu antara lain adalah tomat, sambal, acar, dan sayur asin. Acar (pikel) dalam *vinegar* merupakan salah satu contoh pengawetan makanan secara tradisional. Daya pengawet *vinegar* disebabkan karena kandungan asam asetatnya. Sebanyak 0,1% asam asetat dapat menghambat pertumbuhan bakteri pembentukan spora penyebab keracunan makanan dan 0,3% asam asetat dapat mencegah pertumbuhan kapang penghasil mitoksin. Pengaruh asam asetat biasanya diperkuat oleh adanya garam (NaCl) dan bahan padat lainnya yang akan menurunkan *water activity* (a_w) pada bahan makanan sampai dibawah optimum untuk pertumbuhan mikroba pembusuk dan penyebab keracunan makanan.

Macam-macam *vinegar* berdasarkan bahan bakunya, yaitu :

1. *Malt Vinegar*

Malt vinegar merupakan cuka yang terbuat dari gandum dan *barley* yang dikecambahkan. Cuka ini menyebabkan pati dalam biji berubah menjadi maltosa. Maltosa diperam untuk mendapatkan alkohol, setelah itu diubah menjadi cuka. Cuka ini berwarna coklat bening.

2. *White Wine Vinegar*

White Wine Vinegar atau biasa juga disebut dengan spirit *vinegar* yang bahan bakunya adalah alkohol yang dioksidasi. Kebanyakan *white wine vinegar* merupakan larutan 5% asam asetat. Warna yang dihasilkan bening. Biasanya dibuat dari biji-bijian (jagung) dan air yang digunakan dalam pembuatan *pickle*.

3. *Balsamic vinegar*

Balsamic vinegar berasal dari Modena, Itali dan merupakan pembuatan cuka secara tradisional. Cuka ini terbuat dari anggur putih varietas *Trebbiano*. Anggur ini dibuat jus pekat terlebih dahulu, kemudian difermentasi dalam tong kayu selama 3 sampai 12 tahun. Warna cuka ini coklat tua dan rasanya manis.

4. *Apple Cider Vinegar*

Apple Cider Vinegar merupakan cuka yang terbuat dari sari buah apel atau bisa juga dari ampas jus apel. Warna cuka ini adalah coklat kekuningan. Pada proses pembuatan cuka ini mengandung *starter* alami dari cuka.

5. *Fruit Vinegar*

Fruit Vinegar merupakan cuka yang terbuat dari berbagai macam buah-buahan yang mengandung gula tinggi. Pada cuka ini tidak diperlukan penambahan *flavour* karena menghasilkan *flavour* yang sesuai dengan jenis buah yang digunakan. *Flavour* umum yang biasa digunakan untuk cuka buah adalah apel, *black current*, *raspberry*, dan tomat.

6. Cuka Kesemek

Cuka kesemek berasal dari Korea. Sesuai dengan namanya, cuka ini dibuat dari buah kesemek. Biasanya digunakan sebagai bahan tambahan makanan pada makanan raja. Lama fermentasinya selama 3 bulan, jika diinginkan *flavour* yang lebih enak fermentasi dilakukan lebih dari 6 bulan dan lama fermentasi dilakukan dengan pemeraman.

7. *Wine Vinegar*

Wine Vinegar merupakan cuka yang terbuat dari *wine* putih dan *wine* merah. Kualitas *wine vinegar* yang lebih baik yaitu dimatangkan dalam tong kayu selama 2 tahun dan menghasilkan *flavour* yang kompleks. *Wine Vinegar* mempunyai keasaman yang lebih rendah daripada *cider vinegar*.

8. *Rice Vinegar*

Rice Vinegar merupakan cuka yang dibuat di daerah Asia Timur dan Asia Tenggara. Terbuat dari beras dan warnanya kuning, merah serta hitam.

9. *Palm Vinegar*

Palm Vinegar berasal dari Filipina. Cuka ini terbuat dari getah buah nipa muda yang dikumpulkan selama beberapa hari. Rasanya lebih lembut dan warnanya putih keruh.

10. *Coconut Vinegar*

Coconut vinegar berasal dari Filipina juga. Cuka ini terbuat dari air kelapa, rasanya asam sedikit rasa “*slightly yeast*”. Biasanya digunakan dalam makanan India dan Asia Tenggara. Cuka ini berwarna putih keruh.

11. *Honey Vinegar*

Honey Vinegar banyak dibuat dari Italia. Cuka ini terbuat dari madu dan cuka ini masih jarang dibuat oleh masyarakat.

12. *Cane Vinegar*

Cane Vinegar terbuat dari jus gula tebu dan sangat populer di daerah Ilocos, Filipina Utara. Cuka ini berwarna kuning gelap sampai coklat emas.

13. *Beer Vinegar*

Beer Vinegar banyak diproduksi di Jerman, Austria dan Belanda. *Flavour* yang dihasilkan cuka ini tergantung dengan tipe bir yang digunakan.

14. *Chinese Black Vinegar*

Chinese Black Vinegar terbuat dari beras, gandum, mollet, sorgum, atau kombinasi dari semuanya. Cuka ini memiliki warna hitam pekat seperti tinta dan rasanya seperti gandum. Cuka ini berasal dari Cina (Febrianti,2013).

Asam asetat adalah senyawa berbentuk cairan, tidak berwarna, mempunyai bau yang menyengat dan memiliki rasa asam yang tajam sekali. Berat jenis asam asetat adalah 1,049 kJg/liter, sedangkan titik didihnya pada tekanan 1 atmosfer adalah 118,1°C. Bahan ini larut dalam air, alkohol, gliserol dan eter, tetapi asam cuka tidak larut dalam karbon disulfida. Suhu perapian asam asetat adalah 427°C dan meledak pada batas terendah (explosion limits) sebesar kurang dari 4% volume udara (Puturau,1982 dalam Sir Ossiris, 2009). Cuka merupakan produksi asam asetat yang telah banyak dikenal. Cuka adalah produk yang dihasilkan dari konversi etil alkohol (etanol) menjadi asam asetat oleh bakteri asam asetat dari genus *Acetobacter* dan *Gluconobacter* (Blanc, 1996).

2.3 Fermentasi

Fermentasi adalah perubahan kimia dalam bahan pangan yang disebabkan oleh enzim. Enzim yang berperan dapat dihasilkan oleh mikroorganisme atau enzim yang telah ada dalam bahan pangan. (Bukle, K. A.,1985 dalam Januaresti, et.al, 2010).

Fermentasi merupakan suatu reaksi oksidasi atau reaksi dalam sistem biologi yang menghasilkan energi di mana donor dan aseptor adalah senyawa organik. Senyawa organik yang biasa digunakan adalah zat gula. Senyawa tersebut akan diubah oleh reaksi reduksi dengan katalis enzim menjadi senyawa lain. (Fardiaz, 1984 dalam Januaresti, et.al, 2010).

Proses fermentasi sering didefinisikan sebagai proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerobik, yaitu tanpa memerlukan oksigen. Senyawa yang dapat dipecah dalam proses fermentasi terutama adalah karbohidrat, sedangkan asam amino hanya dapat difermentasi oleh beberapa jenis bakteri tertentu.

Komposisi media dan kondisi lingkungan merupakan faktor sangat penting bagi keberhasilan proses fermentasi. Faktor tersebut akan bervariasi tergantung dari organisme yang digunakan dan tujuan fermentasi. Media harus mengandung nutrient (zat gizi) untuk pertumbuhan, sumber energi, penyusun substansi sel dan biosintesis produk fermentasi. Komponen media yang paling penting yaitu sumber karbon dan nitrogen, karena sel mikroorganisme dan produk fermentasi sebagian besar tersusun dari komponen ini (Afrianti, 2013).

Berdasarkan media yang digunakannya, fermentasi secara umum dibagi menjadi dua model utama, yaitu :

1. Fermentasi Media Padat (*Solid State Fermentation*)

Fermentasi media padat merupakan suatu proses fermentasi yang berlangsung dalam substrat tidak larut, namun mengandung air yang cukup sekalipun tidak mengalir bebas. Fermentasi media padat memiliki kandungan

nutrient per volume jauh lebih pekat sehingga hasil per volumenya dapat lebih besar. Fermentasi dengan media padat memiliki keuntungan yaitu medium yang digunakan relatif sederhana, ruang yang diperlukan untuk peralatan fermentasi relatif kecil, karena air yang digunakan sedikit, inokulum dapat disiapkan secara sederhana, kondisi medium tempat pertumbuhan mikroba mendekati kondisi habitat alaminya, aerasi dihasilkan dengan mudah karena ada ruang diantara tiap partikel substratnya dan produk yang dihasilkan dapat dipanen dengan mudah. Pada fermentasi media padat ini memiliki beberapa faktor yang mempengaruhinya, antara lain yaitu kadar air, suhu dan pertukaran gas. Contoh fermentasi dengan media padat seperti fermentasi tempe, oncom, kecap, tape dan silase (Mayang, 2012).

2. Fermentasi Media Cair (*Submerged Fermentation*)

Fermentasi media cair merupakan suatu proses fermentasi yang melibatkan air sebagai fase kontinu dari sistem pertumbuhan sel atau substrat, baik sumber karbon maupun mineral terlarut sebagai partikel-partikel dalam fase cair. Fermentasi cair dengan teknik tradisional tidak dilakukan pengadukan, berbeda dengan teknik fermentasi cair modern melibatkan fermentor yang dilengkapi dengan pengaduk agar medium tetap homogen, aerasi, pengatur suhu (pendinginan dan pemanasan) dan pengaturan pH. Proses fermentasi cair modern dapat dikontrol lebih baik dan hasil yang seragam dan dapat diprediksi. Juga tidak dilakukan sterilisasi, namun pemanasan, perebusan dan pengukusan mematikan banyak mikroba kompetitor. Jenis-jenis media cair yaitu fermentasi yang diagitasi, dimana substratnya larut dalam air, fermentasi

yang diagitasi dimana zat yang tidak larut dalam air tersuspensi dalam fase cair, fermentasi yang tidak diagitasi dimana zat cair tidak larut dalam air tersuspensi dalam fase cair dan fermentasi yang tidak diagitasi dimana substratnya larut dalam fase cair. Keuntungan dari fermentasi media cair adalah hampir disemua bagian tangki terjadi fermentasi, sedangkan kelemahan dari fermentasi media cair ini adalah biaya operasi relatif mahal. Contoh fermentasi media cair yaitu fermentasi minuman anggur, fermentasi asam cuka, *yoghurt* dan kefir (Mayang 2012).

Selain fermentasi media cair dan media padat masih ada beberapa jenis fermentasi lain :

1. Fermentasi Karbohidrat

Karbohidrat merupakan substrat utama yang dipecah dalam proses fermentasi. Polisakarida terlebih dahulu akan dipecah menjadi gula sederhana sebelum difermentasi, misalnya hidrolisis pati menjadi unit-unit glukosa kemudian akan dipecah menjadi senyawa-senyawa lain tergantung dari jenis fermentasinya.

Fermentasi glukosa pada prinsipnya terdiri dari dua tahap, yaitu pemecahan rantai karbon dari glukosa dan pelepasan paling sedikit dua pasang atom hidrogen, menghasilkan senyawa karbon lainnya yang lebih teroksidasi daripada glukosa. Senyawa yang teroksidasi tersebut direduksi kembali oleh atom hidrogen yang dilepaskan dalam tahap pertama, membentuk senyawa-senyawa lain sebagai hasil fermentasi. Reaksi oksidasi tidak dapat berlangsung tanpa reaksi reduksi yang dilepaskan dalam tahap pertama fermentasi seimbang

dengan jumlah yang digunakan dalam tahap kedua. Dalam tahap pertama proses fermentasi glukosa selalu terbentuk asam piruvat. Pada jasad renik dikenal paling sedikit empat jalur pemecahan glukosa menjadi asam piruvat, yaitu jalur Embden-Meyerhoff-Parnas (EMP) atau glikolisis ditemukan pada fungi dan kebanyakan bakteri, serta pada hewan dan manusia, jalur Entner-Doudoroff (ED), hanya dapat ditemukan pada beberapa bakteri, jalur Heksosamonofosfat (HMF) ditemukan pada berbagai organisme, jalur Fosfoketolase (FK) hanya ditemukan pada bakteri yang tergolong laktobasilium heterofermentatif (Fardiaz, 1992).

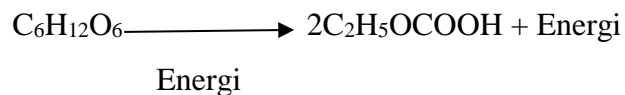
2. Fermentasi Asam Amino

Asam amino merupakan senyawa di samping karbohidrat yang dapat difermentasi oleh bakteri, terutama yang tergolong dalam jenis *clostridia*. *Clostridia* adalah bakteri berbentuk batang yang tergolong gram positif dan dapat bentuk spora. *Clostridia* mula-mula akan menghidrolisis protein menjadi asam amino, kemudian asam amino akan difermentasi menghasilkan senyawa-senyawa lain terutama asam. Asam amino yang difermentasi menghasilkan senyawa-senyawa lain terutama asam. Asam amino yang difermentasi dapat berupa sepasang asam amino atau satu asam amino. Dalam fermentasi sepasang asam amino, satu asam amino akan berfungsi sebagai oksidan, sedangkan yang lainnya berfungsi sebagai reduktan. Fermentasi asam amino belum banyak diketahui dibandingkan dengan fermentasi karbohidrat, dan jumlah ATP yang diproduksi dalam fermentasi asam amino juga belum jelas, tetapi telah dibuktikan bahwa bakteri jenis *clostridia* dapat tumbuh dengan cara fermentasi

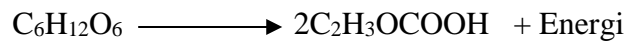
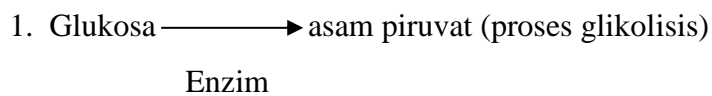
menggunakan asam amino sebagai satu-satunya sumber energi. Hal ini membuktikan bahwa ATP juga diproduksi selama fermentasi asam amino (Fardiaz, 1992).

3. Fermentasi Asam Laktat

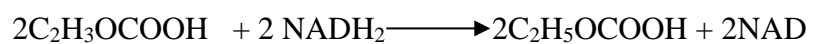
Fermentasi asam laktat merupakan fermentasi dimana hasil akhirnya adalah asam laktat. Peristiwa ini dapat terjadi di otot dalam kondisi anaerob. Pada proses ini glukosa dipecah menjadi 2 molekul asam piruvat melalui glikolisis, membentuk 2 ATP dan 2 NADH dengan reaksi sebagai berikut :



Prosesnya :



2. Dehidrogenase asam piruvat akan terbentuk asam laktat



Piruvat Dehidrogenase

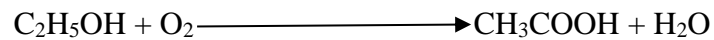
Fermentasi asam laktat terbagi menjadi dua jenis, yaitu homofermentatif (sebagian besar hasil akhir merupakan asam laktat) dan heterofermentatif (hasil akhir berupa asam laktat, asam asetat, etanol dan CO₂). Secara garis besar, keduanya memiliki kesamaan dalam mekanisme pembentukan asam laktat, yaitu piruvat akan diubah menjadi asam laktat dan diikuti dengan proses transfer elektron dari NADH menjadi NAD⁺. Pola fermentasi ini dapat dibedakan dengan mengetahui keberadaan enzim-enzim yang berperan di dalam jalur metabolisme glikolisis.

Perbedaan kedua kelompok bakteri ini didasarkan juga pada kemampuan bakteri asam laktat dalam menghasilkan enzim fruktosa difosfat aldolase. Bakteri asam laktat homofermentatif mampu menghasilkan enzim fruktosa difosfat aldolase, sedangkan bakteri asam laktat heterofermentatif tidak mampu menghasilkan enzim tersebut tetapi bakteri asam laktat heterofermentatif mampu menghasilkan glukosa 6 fosfat dehydrogenase dan 6 fosfat glukonat dehydrogenase sehingga mempunyai jalur pembentukan asam laktat yang berbeda. Pada heterofermentatif, tidak ada aldolase dan heksosa isomerase tetapi menggunakan enzim fosfoketolase dan menghasilkan CO₂. Metabolisme heterofermentatif dengan menggunakan heksosa (golongan karbohidrat yang terdiri dari 6 atom karbon) akan melalui jalur heksosa monofosfat atau pentosa fosfat. Sedangkan homofermentatif melibatkan aldolase dan heksosa aldolase namun tidak memiliki fosfoketolase serta hanya sedikit atau bahkan sama sekali tidak menghasilkan CO₂. Jalur metabolisme dari yang digunakan pada homofermentatif adalah lintasan Embden-Meyerhof-Parnas (Mayang, 2012).

4. Fermentasi Alkohol

Fermentasi alkohol merupakan suatu reaksi perubahan glukosa menjadi etanol (etil alkohol) dan karbon dioksida. Proses yang terjadi yaitu piruvat diubah menjadi menjadi alkohol dalam dua langkah. Langkah pertama, menghidrolisis piruvat dengan molekul air sehingga melepaskan karbondioksida dari piruvat dan mengubahnya menjadi asetaldehida berkarbon dua. Dalam langkah kedua, asetaldehida direduksi oleh NADH menjadi etanol sehingga meregenerasi NAD⁺ yang dibutuhkan untuk glikolisis. Organisme yang berperan

Secara umum reaksi kimia yang terjadi oleh mikroorganisme ini yaitu :



Dalam proses ini fermentasi asam cuka, energi yang dihasilkan 5 kali lebih besar dari energi yang dihasilkan oleh fermentasi alkohol secara *anaerob* (Syifa, 2012).

Dalam pengolahan *vinegar*, terjadi 2 kali fermentasi yaitu :

1. Fermentasi pembentukan alkohol dengan yeast *Saccharomyces cerevisiae*.

Pada fermentasi ini terjadi perombakan glukosa oleh alkohol dan gas CO_2 dengan reaksi sebagai berikut :

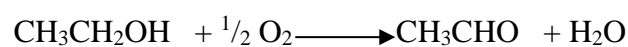


Reaksi yang terjadi anaerob. Etanol adalah hasil utama fermentasi tersebut di atas, di samping asam laktat, asetaldehid, gliserol dan asam asetat. Etanol yang diperoleh maksimal hanya sekitar 15%. Untuk memperoleh etanol digunakan untuk minuman, zat pembunuh kuman, bahan bakar dan pelarut.

2. Fermentasi perubahan alkohol menjadi asam asetat dan air dengan bakteri *Acetobacter aceti*. Reaksi pembentukan asam asetat dituliskan sebagai berikut

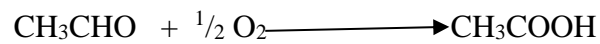


Reaksi yang terjadi adalah reaksi aerob. Pada fermentasi pembentukan asam asetat tersebut terjadi perubahan etanol menjadi asam asetat melalui pembentukan asetaldehid dengan reaksi sebagai berikut :



Etanol

asetaldehid



Asetaldehid

asam asetat

(Salle, A. J., 1974 dalam Kwartiningsih, 2005).

Asam asetat berasal dari proses fermentasi dengan memanfaatkan bakteri atau ragi. Berikut adalah macam-macam cuka berdasarkan metode fermentasinya:

1. *Slow fermentation*

Slow fermentation merupakan proses pembuatan cuka dengan metode tradisional. Pada metode ini fermentasi biasanya dilakukan pada tong-tong lalu difermentasi dalam waktu yang cukup lama, yaitu minimal 3 bulan, bahkan sampai bertahun-tahun dengan suhu 21-29⁰C. Bahan yang akan di buat dihancurkan terlebih dahulu lalu difermentasi dalam tong. *Flavour* dari asam asetat dengan metode *slow fermentation* lebih bagus dan enak. Kelebihan pada metode ini adalah prosesnya sangat sederhana, sedangkan kekurangan dari metode ini adalah prosesnya relatif lama dan jatuhnya lapisan tipis agar-agar dari bakteri *vinegar* akan memperlambat proses asetifikasi.

2. *Fash Fermentation*

Fash fermentation biasanya dikenal sebagai fermentasi modern. Pada proses pembuatannya menggunakan kultur murni. Waktu fermentasinya lebih cepat yaitu dalam hitungan hari. Bakteri asam asetat akan berhenti memproduksi asam asetat jika kadar asam asetat telah mencapai 12 hingga 14%. Kelebihan pada metode ini adalah biaya proses relatif rendah, sederhana, mudah dalam mengontrol, konsentrasi produk

asam asetat besar, tangki proses membutuhkan sedikit tempat peletakannya dan penguapannya sedikit. Sedangkan kelemahan dari metode ini adalah waktu tinggal terlalu lama bila dibandingkan dengan metode perendaman dan pembersihan tangki cukup sulit. *Flavour* lebih spesifik asam asetat karena mikroorganisme yang digunakannya hanya mikroorganisme tertentu saja (Febrianti, 2013).

Pada proses fermentasi alkohol pada umumnya tidak hanya menggunakan mikroba *Sacharomyces cerevisiae* tetapi juga menggunakan ragi. Ragi adalah suatu macam tumbuh-tumbuhan bersel satu yang tergolong kedalam keluarga cendawan. Ragi berkembangbiak dengan suatu proses yang dikenal dengan istilah pertunasan, yang menyebabkan terjadinya peragian. Peragian adalah istilah umum yang mencakup perubahan gelembung udara dan yang bukan gelembung udara (aerobik dan anaerobik) yang disebabkan oleh mikroorganisme (Mudjajanto Eddy Setyo dan Lilik Noor Yulianti (2009: 24).

Menurut US. Wheat Associates, (2008:20), ragi terdiri dari sejumlah kecil enzim, termasuk protease, lipase, invertase, maltase, dan zymase. Enzim invertase dalam ragi bertanggung jawab terhadap awal aktivitas fermentasi. Enzim ini mengubah gula (sukrosa) yang terlarut dalam air menjadi gula sederhana yang terdiri atas glukosa dan fruktosa. Gula sederhana kemudian dipecah menjadi karbondioksida dan alkohol.

Menurut Mudjajanto Eddy Setyo dan Lilik Noor Yulianti (2009:25), jenis ragi ada tiga yaitu :

1. *Compressed yeast*

Jenis ragi ini mengandung 70% kadar air. Penyimpanan harus pada suhu rendah, agar kemampuannya dalam pembentukan gas terjaga.

2. *Active dry yeast*

Jenis ragi ini mengandung kadar air 7,5% – 9% sebelum dipakai ragi harus direndam air terlebih dahulu dengan perbandingan 4:1 dengan suhu air ± 10 menit.

3. *Instant dry yeast*

Ragi jenis ini hampir sama dengan *active dry yeast*. Bedanya ragi ini tidak perlu direndam sebelum dipakai. Jika bungkus sudah dibuka, ragi tersebut harus segera digunakan. Contoh ragi jenis ini yang beredar dipasar yaitu fermipan.

2.4 Bakteri yang Digunakan Dalam Pembuatan *Vinegar*

2.4.1 *Acetobacter aceti*

Acetobacter aceti adalah bakteri yang digunakan dalam fermentasi tahap kedua pada proses pembuatan *vinegar*, dimana bakteri ini berfungsi untuk mengubah alkohol menjadi asam asetat. *Acetobacter* adalah sebuah genus bakteri asam asetat yang ditandai dengan kemampuan mengubah alkohol menjadi asam asetat. *Acetobacter* adalah sebuah genus bakteri asam asetat ditandai dengan kemampuan untuk mengubah etanol menjadi asam asetat dengan adanya oksigen. Ada beberapa spesies dalam genus ini, tetapi semua *Acetobacter* dikenal dengan kemampuan yang

khas. *Acetobacter* ini sangat penting secara komersial, karena dapat digunakan dalam produksi cuka (dengan sengaja mengubah etanol menjadi asam asetat), dapat digunakan untuk mengasamkan bir selama periode pematangan yang panjang dalam produksi tradisional. Ketika *acetobacter* membentuk asam asetat yang cukup dari etanol, kalsium karbonat di sekitar koloni larut dan membentuk zona bening yang berbeda. Fermentasi ini biasa dilakukan oleh bakteri asam cuka (*acetobacter*) dengan substrat etanol (Waluyo, 1984 dalam Kwartiningsih 2005).

Acetobacter aceti bersifat motil atau nonmotil dan mengoksidasi etanol menjadi asam asetat yang dioksidasi lebih lanjut menjadi karbondioksida (CO₂) (Fardiaz, 1992). *Acetobacter aceti* dapat mengubah alkohol menjadi asam asetat pada konsentrasi alkohol optimal 10-13%. Konsentrasi alkohol yang terlalu rendah (0,0-0,5%), akan menyebabkan overoksidasi asam asetat menjadi CO₂ dan H₂O, sedangkan konsentrasi alkohol lebih dari 14% akan mengakibatkan terhambatnya proses fermentasi asam asetat (Waluyo, 1984 dalam Kwartiningsih, 2005).

Acetobacter aceti memiliki ciri-ciri bentuk sel memanjang, respirasi aerobik, dapat tumbuh sampai suhu 30°C, serta mampu menghasilkan asam asetat. *Acetobacter aceti* merupakan gram negatif untuk kultur yang masih muda, gram positif untuk kultur yang sudah tua, obligat aerobik, membentuk batang dalam medium asam, sedangkan dalam medium alkali berbentuk oval, bersifat non mortal dan tidak membentuk spora, tidak mampu mencairkan gelatin, tidak memproduksi H₂S, tidak memproduksi nitrat dan *thermal death point* pada suhu 65-70°C. Biasanya ukuran 0,6-0,8 x 1,0-0,4 µm. *Acetobacter* terdapat di beberapa buah seperti anggur dan buah-buahan yang telah membusuk. Beberapa penelitian

menunjukkan bahwa genus *Acetobacter* mampu diisolasi dari suspensi campuran berupa buah cherry, apel, kurma palm, kelapa, beberapa bunga dan masih berpotensi pada bahan-bahan yang lain (Waluyo, 1984 dalam Januaresti,et.al, 2010).

Acetobacter adalah sebuah genus bakteri penghasil asam asetat, ditandai dengan kemampuannya mengubah etanol (alkohol) menjadi asam asetat (asam cuka) dengan bantuan udara. Ada beberapa bakteri dari golongan lain yang mampu menghasilkan asam asetat dalam kondisi tertentu, namun semua anggota genus *Acetobacter* dikenal memiliki kemampuan ini. *Acetobacter* dikenali dengan mudah dengan pertumbuhan koloninya di medium yang mengandung 7% etanol dan ditambahkan kalsium karbonat secukupnya untuk memburamkan medium sebagian. Ketika koloni tersebut membentuk asam asetat yang cukup, kalsium karbonat kemudian melarut sehingga terbentuk daerah bening yang jelas pada medium (Lay, 1994).

Pada fermentasi alkohol diperlukan mikroba yang dapat memecah gula, sehingga proses fermentasi dapat berlangsung. Setelah alkohol terbentuk, alkohol tersebut akan dioksidasi oleh *Acetobacter* dan menjadi asam asetat. Proses perubahan alkohol menjadi asam asetat disebut sebagai proses asetifikasi. Konsentrasi gula pada bahan sangat berpengaruh terhadap kadar hasil fermentasi dari gula tersebut yaitu kadar alkohol dan kadar asam organik yang terbentuk. Kadar alkohol yang terbentuk selama proses fermentasi gula jika kadarnya terlalu banyak (lebih dari 14-15%) justru akan menghambat pertumbuhan bakteri dan kadar asam yang terbentuk akan mempengaruhi derajat keasaman dari larutan

medium, sedangkan proses fermentasi asam asetat harus dalam pH yang sesuai (Frazier, 1988 dalam Januaresti, et.al, 2010).

Acetobacter mengoksidasi asam asetat lebih lanjut menjadi O_2 dan H_2O . Bakteri asam asetat mempunyai kemampuan membentuk asam dari alkohol secara oksidasi diekspresikan ke dalam medium. Bakteri ini termasuk bakteri gram negatif yang bergerak lambat dengan *flagella peritrik*, memiliki toleransi terhadap asam yang tinggi dan aktivitas peptolitik yang rendah. Fermentasi asam asetat dilakukan oleh bakteri asam asetat terhadap larutan yang mengandung alkohol. Bakteri asam asetat tersebut termasuk dalam famili *Pseudomonadaceae* yang memiliki ciri-ciri sebagai berikut sel berbentuk batang pendek atau bola, bakteri gram negatif, sel bergerak dan tidak bergerak, tidak mempunyai endospora, tidak bersifat patogen, bersifat aerob, energi diperoleh dari oksidasi etanol menjadi asam asetat, mampu hidup dalam air, padatan, daun, buah, dan lain-lain. Bakteri asam asetat digolongkan menjadi peroksidan jika mampu menumpuk asetat (Frazier,1988 dalam Januaresti, et.al, 2010).

2.5 Asam Asetat

Asam asetat atau lebih di kenal sebagai asam cuka (CH_3COOH) adalah suatu senyawa berbentuk cairan, tak berwarna, berbau menyengat, memiliki rasa asam yang tajam dan larut di dalam air, alkohol, gliserol, dan eter. Pada tekanan atmosferik, titik didihnya $118.1^{\circ}C$. Asam asetat mempunyai aplikasi yang sangat luas di bidang industri dan pangan. Di Indonesia, kebutuhan asam asetat masih harus di import, sehingga perlu di usahakan kemandirian dalam penyediaan bahan (Hardoyono, 2007).

Asam asetat dapat dibuat dari substrat yang mengandung alkohol, yang diperoleh dari berbagai macam bahan seperti buah-buahan, kulit nanas, *pulp* kopi, dan air kelapa (Irnia dan Nur, 2001). Hasil dari fermentasi asam asetat sering disebut sebagai *vinegar* yang berarti *sour wine*. Pada saat ini cuka atau *vinegar* dibuat dari bahan kaya gula seperti buah anggur, apel, nira kelapa, *malt*, gula sendiri seperti sukrosa dan glukosa, dimana pementannya melibatkan proses fermentasi alkohol dan fermentasi asetat secara berimbang. Komposisi *vinegar* tergantung dari bahan baku, proses fermentasi menjadi alkohol dan fermentasi alkohol menjadi asam cuka, pengeraman, serta penyimpanan. Asam cuka mengandung 4 gram dalam 100 ml, pada suhu 20°C. Pembuatan asam asetat dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara sintetis atau khemis dan secara mikrobiologis atau fermentasi, namun demikian cara fermentasi lebih praktis dan resiko kegagalan relatif lebih kecil. Pada fermentasi asam asetat dari substrat cair umumnya hanya dilakukan dua tahap fermentasi alkohol dan fermentasi asam asetat. Fermentasi alkohol dilakukan jika bahan yang digunakan kaya akan gula namun tidak mengandung alkohol. Pada bahan yang miskin gula maka penambahan alkohol secara langsung dianggap lebih efektif daripada menambahkan gula untuk diubah menjadi alkohol (Irnia dan Nur, 2001).

Dalam proses fermentasi asam asetat memerlukan pembiakan murni *Acetobacter* yang disebut juga *starter*. *Starter* adalah populasi mikroba dalam jumlah dan kondisi fisiologis yang siap diinokulasikan dengan biakan murni. Starter baru dapat digunakan 8 hari setelah diinokulasikan dengan biakan murni. Pemakaian *starter* tidak diizinkan terlalu banyak karena tidak ekonomis.

Mekanisme pembentukan asam asetat yaitu bakteri asam asetat dapat menggunakan oksigen sebagai penerima elektron, urutan reaksi oksidasi biologis mengikuti pemindahan hidrogen dari substrat etanol. Enzim etanol dehidrogenase dapat melakukan reaksi ini karena mempunyai sistem sitokrom yang menjadi kofaktornya. Bakteri asam asetat, khususnya dari genus *Acetobacter* adalah mikroorganisme aerobik yang mempunyai enzim intraseluler yang berhubungan dengan sistem bioksidasi mempergunakan sitokrom sebagai katalisatornya.

1. Sifat Fisika

Sifat fisika dari asam asetat adalah bentuk cairan jernih, tidak berwarna, berbau menyengat, pH asam, memiliki rasa asam yang sangat tajam, mempunyai titik beku $16,6^{\circ}\text{C}$, titik didih $118,1^{\circ}\text{C}$ dan larut dalam air, alkohol, dan eter. Asam asetat di buat dengan fermentasi alkohol oleh bakteri *Acetobacter*. Pembuatan dengan cara ini bisa digunakan dalam pembuatan cuka. Asam asetat mempunyai rumus molekul CH_3COOH dan bobot molekul 60,05 (Depkes RI, 1995).

2. Sifat Kimia

Asam asetat mudah menguap di udara terbuka, mudah terbakar, dan dapat menyebabkan korosif pada logam. Asam asetat jika di reaksi dengan karbonat akan menghasilkan karbon dioksida. Penetapan kadar asam asetat biasanya menggunakan basa natrium hidroksida, dimana 1 ml natrium hidroksida 1 N setara dengan 60,05 mg CH_3COOH (Depkes RI,1995).

Asam asetat digunakan untuk keperluan rumah tangga, industri dan kesehatan, seperti sebagai bahan penyedap rasa, bahan pengawet untuk beberapa

jenis makanan dan merupakan pengawet makanan secara tradisional, pembuatan obat-obatan (asparin), bahan dasar pembuatan anhidrida asam asetat yang sangat penting yang diperlukan untuk asetilasi, sebagai bahan dasar untuk pembuatan banyak persenyawaan lain (amil asetat, asetil klorida, dll), dibidang industri karet (menggumpalkan karet) dan 0,3% asam asetat dapat mencegah pertumbuhan kapang penghasil mikotoksin (Tjokroadikoesoemo, 1993).

III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menguraikan mengenai: (1) Bahan dan Alat, (2) Metode Penelitian, (3) Prosedur Penelitian.

3.1 Bahan dan Alat

3.1.1 Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan *vinegar* adalah jagung putih (*Zea mays indurata*) yang didapat dari daerah Atambua (NTT) dengan umur panen 3 bulan dengan lama penyimpanan 1 tahun, air, ragi instan (fermipan), *Acetobacter aceti* (ITB,2017), sukrosa, diamonium hidrogen fosfat ((NH₄)₂HPO₄).

Bahan yang digunakan untuk analisis kimia dalam menentukan kadar asam asetat *vinegar* adalah NaOH, pp, dan aquades, sedangkan bahan yang digunakan dalam analisis kadar alkohol yaitu aquades.

3.1.2 Alat yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pembuatan *vinegar* jagung putih adalah baskom untuk mencuci jagung putih, panci berbahan *stainless steal* untuk merebus jagung putih, erlenmeyer, leher angsa, botol kaca, saringan, sendok, timbangan (Mettler toledo) dan kompor gas (Rinnai).

Alat yang digunakan dalam analisis kimia adalah alat destilasi, pipet, gelas ukur, piknometer untuk analisis kadar alkohol dan pH meter.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian terdiri dari penelitian pendahuluan dan penelitian utama, sebagai berikut :

3.2.1 Penelitian Pendahuluan

1. Tujuan

Menentukan waktu perebusan terpilih pada filtrat jagung dengan waktu perebusan 1 jam, 2 jam, dan 3 jam.

Menentukan kadar gula pereduksi pada filtrat jagung yang dihasilkan.

Mencari konsentrasi ragi instan terpilih dengan konsentrasi $r_1:0,6\%$, $r_2:0,9\%$ dan $r_3:1,2\%$ yang dapat menghasilkan kadar alkohol tertinggi.

2. Pelaksanaan

Dilakukan perebusan pada jagung yang menghasilkan filtrat jagung.

Filtrat jagung yang dihasilkan dilakukan analisis kadar gula pereduksi.

Kadar gula pereduksi tertinggi akan digunakan untuk mencari konsentrasi ragi instan terpilih yang menghasilkan kadar alkohol tertinggi.

3. Analisis

Filtrat jagung yang dihasilkan dianalisis kadar gula pereduksi dengan metode Luff schrool. Hasil dari kadar gula pereduksi tertinggi digunakan untuk mencari konsentrasi ragi instan yang menghasilkan kadar alkohol tertinggi dengan metode destilasi.

3.2.2 Penelitian Utama

Penelitian utama yang dilakukan yaitu lanjutan dari penelitian pendahuluan, dimana konsentrasi ragi instan yang terpilih di penelitian pendahuluan akan digunakan dalam penelitian utama dalam menentukan korelasi konsentrasi inokulum terhadap karakteristik *vinegar* jagung putih ($a_1:10\%$, $a_2:12\%$ dan $a_3:15\%$).

1. Rancangan Perlakuan

Rancangan perlakuan pada penelitian ini terdiri dari satu faktor yaitu konsentrasi inokulum *Acetobacter aceti* dengan tiga taraf perlakuan, yaitu: $a_1:10\%$, $a_2:12\%$ dan $a_3:15\%$.

2. Rancangan Percobaan

Model rancangan percobaan yang digunakan dalam pembuatan *vinegar* jagung putih adalah Regresi Linier Sederhana dengan ulangan sebanyak dua kali. Metode percobaan untuk penelitian ini adalah $Y = bx + a$. Menurut Sudjana (2005), koefisien-koefisien regresi a dan b untuk regresi a dan b dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$a = \frac{(\sum Yi)(\sum Xi^2) - (\sum Xi)(\sum XiYi)}{n\sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}$$

$$b = \frac{n\sum XiYi - (\sum Xi)(\sum Yi)}{n\sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}$$

Hubungan antara variabel bebas terhadap variabel terikat akan dilakukan dengan cara menghitung hubungan antara dua variabel tersebut terhadap respon yang diukur. Nilai koefisien hubungan atau r dapat dihitung dengan rumus yang dijelaskan oleh sudjana (2005) :

$$r = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum X)^2} \cdot \sqrt{n(\sum Y^2) - (\sum Y)^2}}$$

Nilai r berlaku $0 \leq r^2 \leq 1$ sehingga untuk koefisien kolerasi didapat hubungan $-1 \leq r \leq +1$. Harga $r = -1$ menyatakan hubungan linier sempurna tak langsung antara X dan Y. Ini berarti bahwa titik-titik yang ditentukan

oleh (X_i, Y_i) seluruhnya terletak pada garis regresi linier dan harga X yang besar menyebabkan atau berpasangan dengan Y yang kecil sedangkan harga X kecil berpasangan dengan Y yang besar. Harga $r = +1$ menyatakan adanya hubungan linier sempurna langsung antara X dan Y. Letak titik-titik ada pada garis regresi linier dengan sifat bahwa X yang besar berpasangan dengan harga Y yang besar, sedangkan harga X yang kecil berpasangan dengan Y yang kecil pula. Harga r lainnya bergerak antara -1 dan +1 dengan tanda negatif menyatakan adanya korelasi tak langsung atau korelasi negatif dan tanda positif menyatakan korelasi langsung atau korelasi positif. Khusus untuk $r = 0$, maka hendaknya ini ditafsirkan bahwa tidak terdapat hubungan linier antara variabel-variabel X dan Y.

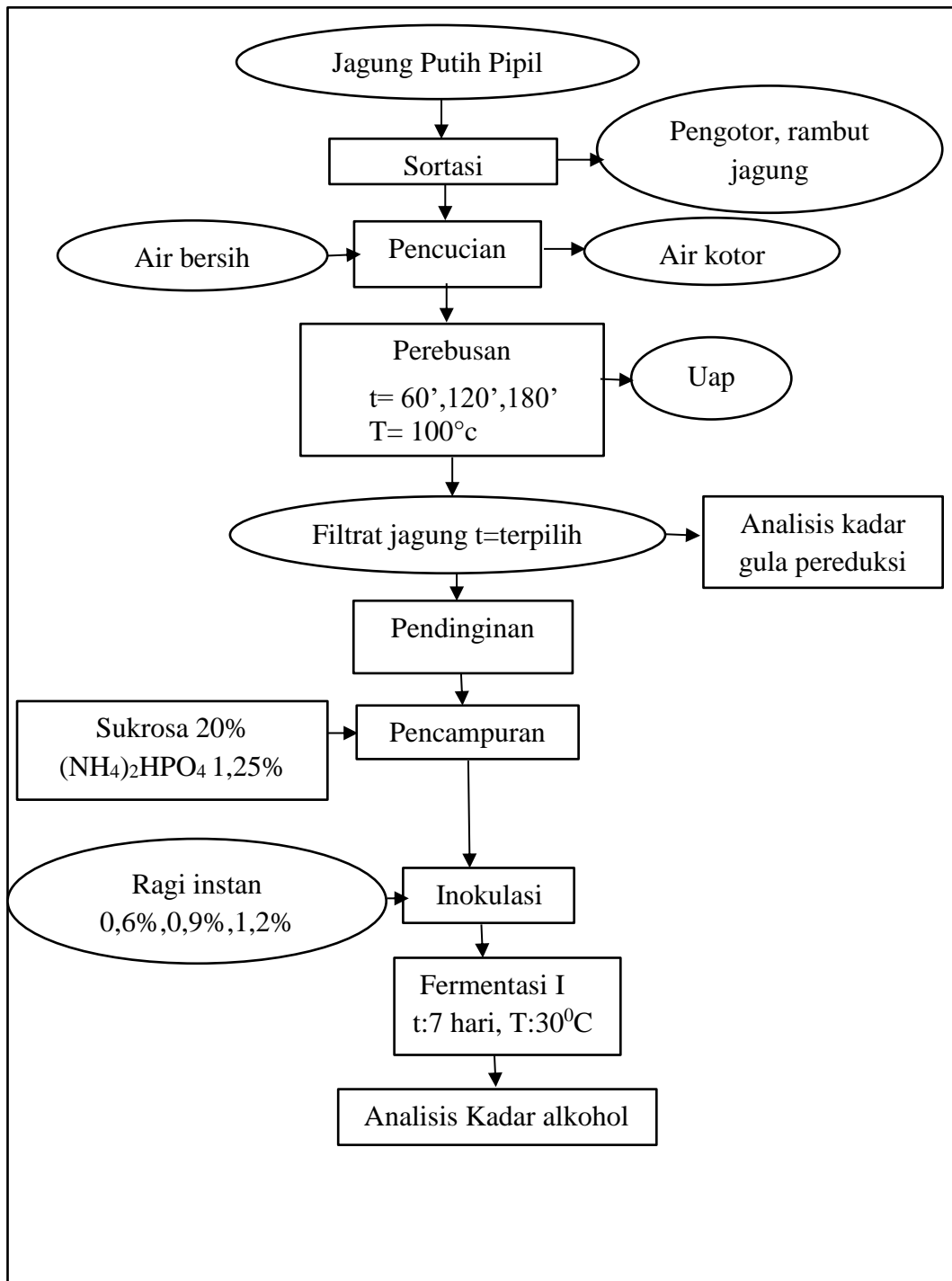
3. Rancangan Respon

Pada penelitian ini respon yang dilakukan adalah respon kimia dan organoleptik, dimana respon kimia yang dilakukan yaitu menentukan kandungan asam asetat terhadap *vinegar* jagung putih. Analisis kandungan asam asetat dilakukan dengan metode titrasi alkalimetri.

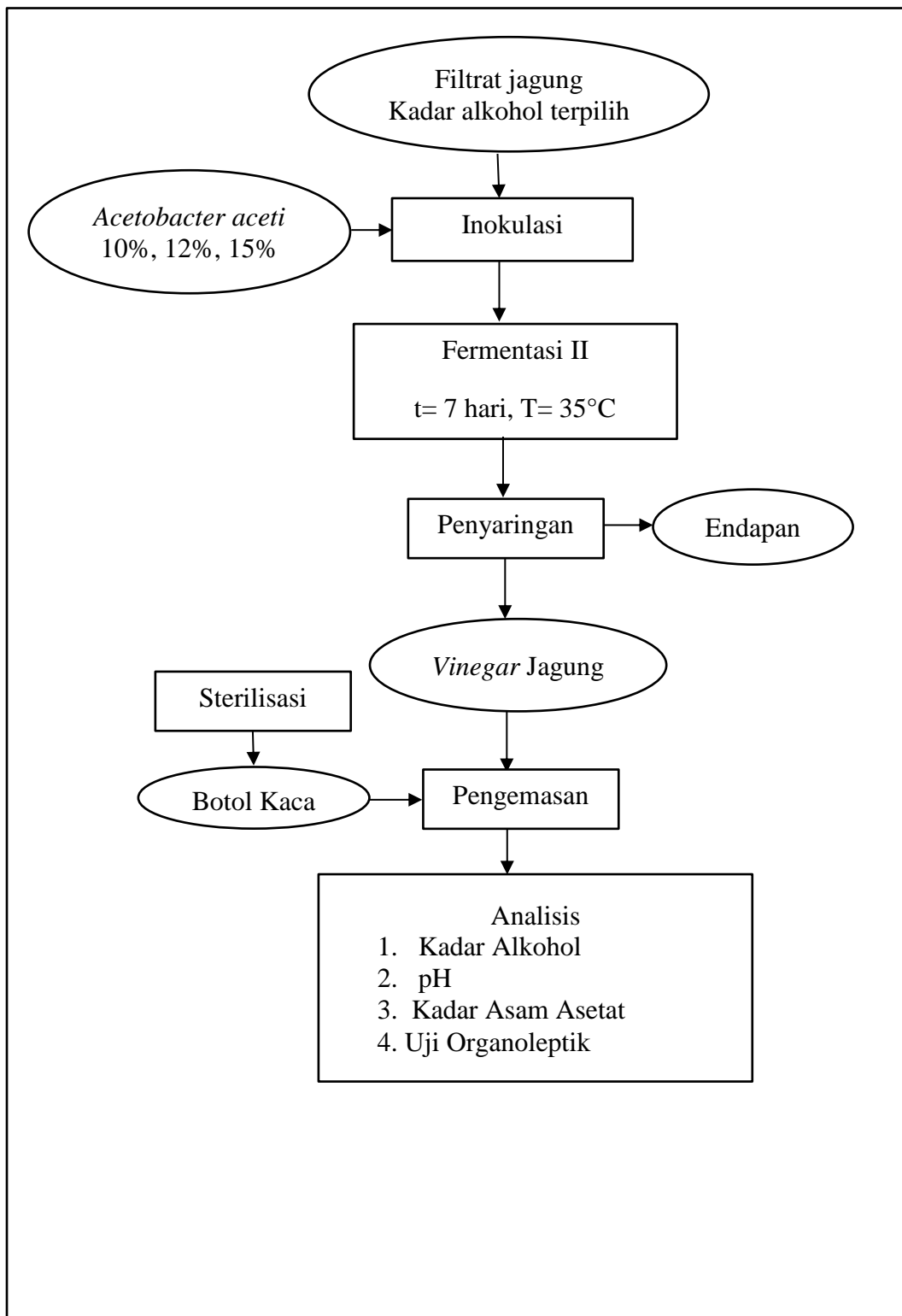
Respon organoleptik yang dilakukan yaitu menguji aroma dan warna dengan menggunakan metode Uji Hedonik sehingga dapat diketahui apakah produk *vinegar* jagung putih dapat diterima masyarakat atau tidak sebagai penyedap rasa. Kriteria skala hedonik dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Skala Hedonik Terhadap *Vinegar* Jagung Putih

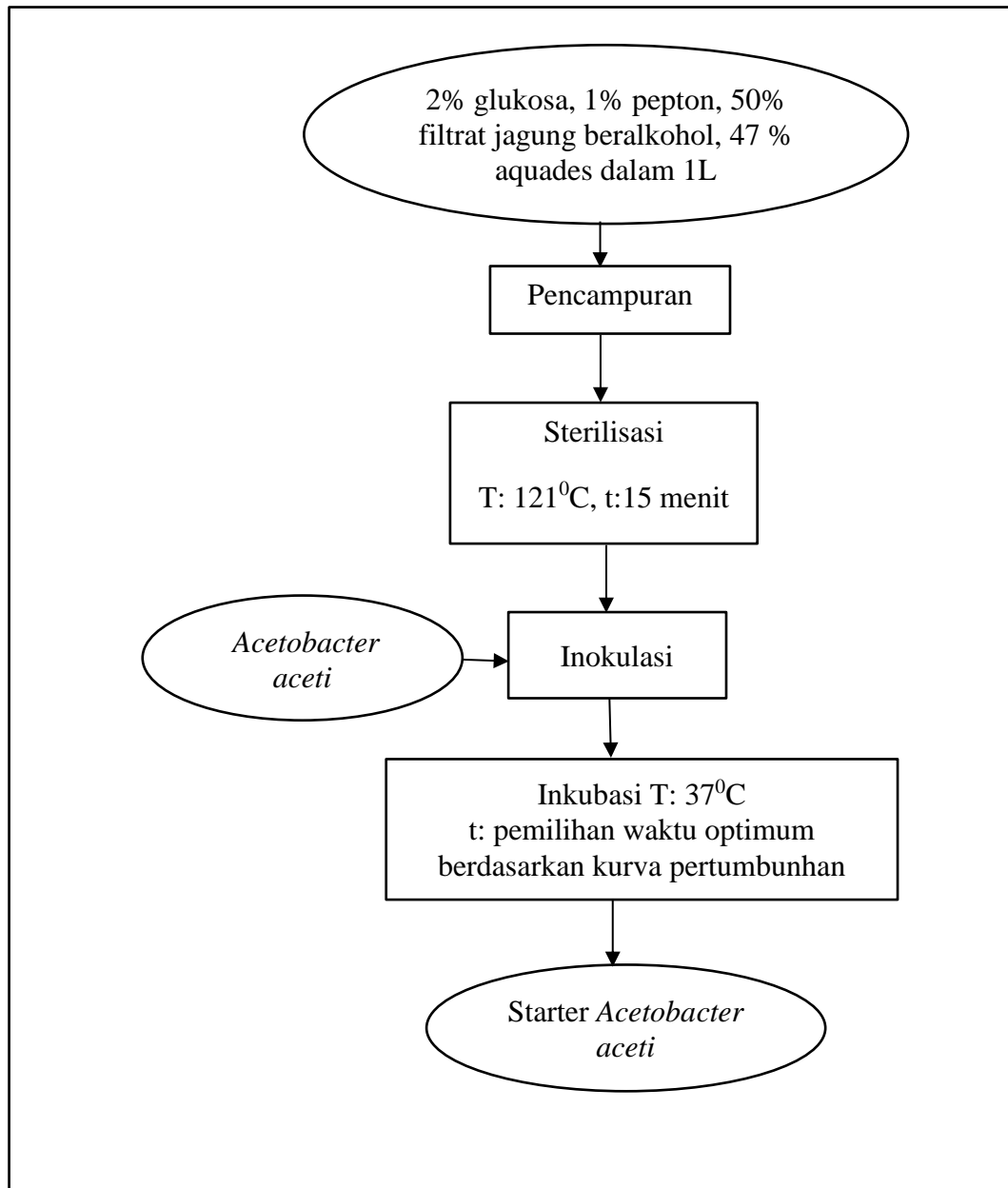
Skala Hedonik	Skala Numerik
Sangat suka	6
Suka	5
Agak Suka	4
Agak tidak suka	3
Tidak suka	2
Sangat tidak suka	1



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan
(Modifikasi Sumber: Januaresti, et.al (2010), Nurismanto, et.al (2014))



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian Utama
(Modifikasi Sumber: Zubaidah (2010) dan Rahmawati (2015))



Gambar 4. Diagram Alir Proses Pembuatan Starter *Acetobacter aceti*
(Modifikasi Sumber: Januaresti, et al(2010) dan Zubaidah, (2010))

3.3 Deskripsi Percobaan

3.3.1 Deskripsi Penelitian Pendahuluan

Deskripsi penelitian pendahuluan untuk menentukan konsentrasi ragi instan dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Sortasi

Sortasi jagung dilakukan untuk memisahkan bahan baku dari adanya pengotor dan memisahkan biji jagung dari rambut jagung dimana sortasi dilakukan berdasarkan karakteristik fisiknya, seperti ukuran dan bentuk.

2. Pencucian

Pencucian jagung dilakukan dengan menggunakan air mengalir untuk menghilangkan pengotor.

3. Perebusan

Perebusan jagung dilakukan selama 60 menit, 120 menit, dan 180 menit dalam panci. Perebusan ini dilakukan untuk melunakan atau melayukan jaringan bahan, menonaktifkan enzim dalam bahan, untuk menentukan waktu perebusan terpilih pada filtrat jagung yang akan digunakan.

4. Pencampuran I

Pencampuran satu dilakukan pada saat filtrat jagung yang telah didinginkan dilakukan pencampuran sukrosa dan diamonium hidrogen fosfat $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ untuk pengawet dan nutrisi bagi ragi.

5. Inokulasi

Inokulasi dilakukan pada saat filtrat jagung yang telah didinginkan dilakukan inokulasi dengan ragi instan (fermipan) dengan konsentrasi yang telah ditentukan yang berfungsi untuk mengubah gula menjadi alkohol.

6. Fermentasi I

Fermentasi pertama dilakukan dengan bantuan ragi instan secara anaerob, dimana dalam fermentasi ini terjadi perubahan gula menjadi alkohol dengan lama fermentasi selama 7 hari dilakukan pengecekan terhadap kadar alkohol.

3.3.2 Deskripsi Penelitian Utama

Deskripsi percobaan untuk penentuan konsentrasi inokulum *Acetobacter aceti* adalah sebagai berikut:

1. Inokulasi

Inokulasi dilakukan pada saat selesai fermentasi pertama dimana ditambahkan inokulum *Acetobacter aceti* sehingga terjadi proses perombakan alkohol menjadi asam asetat. Fermentasi ini dilakukan pada suhu 15-34°C dalam inkubator dengan bantuan *aerator* untuk proses aerasi.

2. Fermentasi II

Fermentasi kedua terjadi proses perombakan alkohol menjadi asam asetat dengan bantuan *Acetobacter aceti*. Lama waktu fermentasi kedua 7 hari dengan dilakukan pengecekan terhadap kadar asam asetat setiap hari.

3. Penyaringan

Penyaringan dilakukan untuk memperoleh hasil fermentasi kedua filtrat jagung, karena filtrat jagung yang diperoleh dari hasil fermentasi biasanya mengandung endapan sisa fermentasi.

4. Pengemasan

Pengemas yang digunakan untuk produk *vinegar* ini yaitu botol kaca dengan diameter mulut botol yang kecil (seperti botol obat). Pengemasan dilakukan untuk meminimalisir terjadinya kontaminasi terhadap produk.